

RESEARCH ARTICLE

Perancangan Tata Letak Gudang Spare Part Menggunakan Sistem Pallet Racking dengan Blocplan dan Alokasi Penyimpanan Dedicated Storage untuk Mengurangi Waktu Order Picking di Gudang Spare Part PT XYZ

Ksatria Bima Sakti, Erlangga Bayu Setyawan* and Seto Sumargo

Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia
 * Corresponding author: erlanggabs@telkomuniversity.ac.id
 Received on 08 October 2024; accepted on 09 November 2024

Abstrak

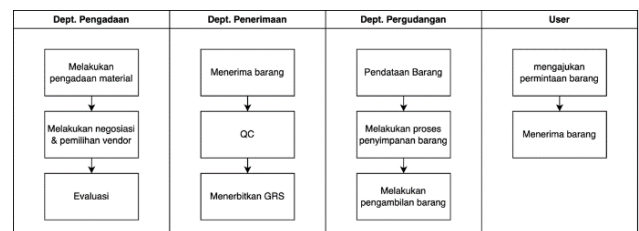
PT XYZ adalah produsen pupuk yang berusaha memenuhi kebutuhan petani di Indonesia. Mereka memiliki departemen pergudangan spare part yang membantu dalam persiapan perawatan mesin. Namun, saat terjadi perawatan mendadak, proses pengambilan suku cadang tidak memenuhi standar waktu. Penyebab utamanya adalah perbedaan metode penyimpanan *Last in First Out* (LIFO) dengan operasional sehari-hari *First in First Out* (FIFO). Solusi yang diajukan adalah mengalokasikan suku cadang berdasarkan kategori dan aktivitas total, serta merombak tata letak gudang sesuai dengan FIFO. Identifikasi masalah dimulai dengan pemetaan aliran nilai dan aktivitas proses. Masalah utama adalah pengambilan ganda barang karena tata letak LIFO. Setelah identifikasi masalah, dihitung kebutuhan ruang dan barang ditempatkan kembali dengan penyimpanan khusus. Gudang diubah sesuai dengan FIFO. Kemudian, dilakukan simulasi jarak dan waktu dengan hasil pengurangan waktu senilai 1102,48 detik. Penyusunan ulang gudang ini akan membantu PT XYZ dalam meningkatkan efisiensi proses pengambilan suku cadang yang penting dalam operasional mereka.

Key words: Order Picking, Dedicated storage, Monte Carlo

Pendahuluan

PT XYZ sering melakukan perbaikan pada pabrik produksinya agar produksi pupuk tetap berjalan lancar. Dalam proses perbaikan ini, spare part menjadi sangat penting. Oleh karena itu, PT XYZ melakukan pengadaan spare part untuk menghindari gangguan produksi yang dapat menyebabkan kerugian besar. PT XYZ memiliki departemen penerimaan yang mengurus semua aspek terkait penerimaan barang, termasuk spare part, bahan baku, mesin produksi, dan bahan kimia. Setelah barang-barang tiba, departemen penerimaan melakukan quality control. Barang yang lolos dari tahap ini akan diterima oleh PT XYZ. Ada dua kriteria penerimaan barang: barang non-stock langsung diambil oleh pengguna, sementara barang stock disimpan di gudang. *Spare part* dikategorikan sebagai barang stock dan akan disimpan di gudang spare part milik PT XYZ. Ini adalah alur umum mengenai proses penerimaan dan pengeluaran barang di PT XYZ.

Gudang spare part 10 SB memiliki panjang 32 meter dan lebar 33,5 meter. Gudang spare part 10 SB dibagi menjadi empat zona yaitu zona JJ, zona GG, zona FF, dan zona LL. Penyimpanan di gudang spare part 10 SB dilakukan dengan floor stacking, di mana spare part diletakkan di pallet dengan susunan pallet berbaris ke belakang. Sistem



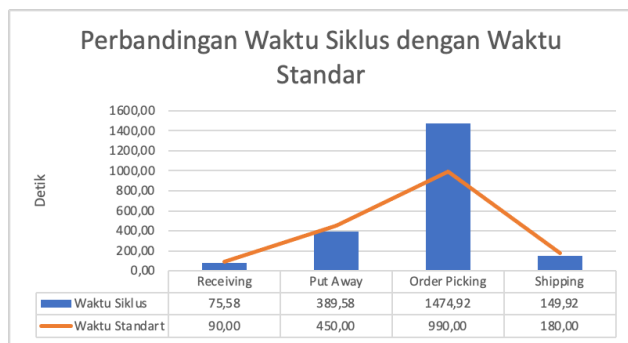
Gambar 1. Alur inbound dan outbound spare part PT XYZ

pengambilan spare part pada gudang spare part 10 SB dilakukan dengan operasional *FIFO*, yaitu barang yang pertama masuk merupakan barang yang pertama keluar. Berikut merupakan layout dari gudang spare part 10 SB PT XYZ.

Saat ini, untuk mengatur posisi dan tata letak penyimpanan dilakukan secara acak bergantung pada ruang yang masih kosong dan ketidaksesuaian layout gudang dengan sistem yang diterapkan yaitu *First In First Out* (FIFO). Ketidakteraturan membuat tidak rapi, mengganggu jalannya forklift, serta menyebabkan waktu pencarian pada



Gambar 2. Layout Eksisting Gudang 10 SB



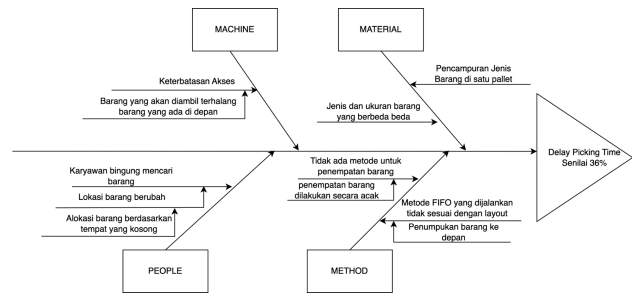
Gambar 3. Grafik Perbandingan Waktu Siklus dan Waktu Standar (Detik)

saat akan diperbaiki dan pada saat akan dikirim ke konsumen menjadi lama [1].

Terdapat empat buah aktivitas primer gudang, yaitu receiving, storage, picking, dan shipping. Pada aktivitas picking terjadi aktivitas double handling dikarenakan layout *LIFO* dengan jenis drive in [2]. Berikut merupakan data waktu setiap aktivitas di Gudang material 10 SB bagian JJ, GG.

Data aktivitas diambil dari observasi langsung pada gudang spare part 10 SB PT XYZ pada rentang tanggal 30 Mei 2023 sampai 5 Juni 2023. Dari grafik di atas terdapat aktivitas yang melewati waktu standar. Aktivitas picking terjadi double handling yang menyebabkan delay senilai 286,67 detik, sedangkan untuk persentase dapat dihitung dari selisih waktu standar/waktu siklus yaitu 510/797,67 sehingga didapat selisih senilai 36%.

Berdasarkan masalah yang terjadi, perlu dilakukan analisis penyebab masalah yang lebih mendalam menggunakan diagram tulang ikan. Diagram tulang ikan merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis proses bisnis dan efektivitasnya. Diagram tulang ikan memiliki enam kategori klasik sebagai penyebab utama dari setiap masalah proses bisnis, yaitu manusia, peralatan atau metode, material, lingkungan, manajemen, dan proses [3]. Diagram tulang ikan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Fishbone Diagram

Tinjauan Pustaka

Gudang

Gudang adalah tempat penyimpanan barang yang penting dalam bisnis dan industri. Tujuannya adalah menjaga stok barang agar dapat diakses dengan mudah saat diperlukan. Gudang bisa berukuran kecil hingga besar, dengan berbagai tingkat kompleksitas, dan menggunakan teknologi canggih untuk meningkatkan efisiensi operasional. Perannya mencakup penyimpanan strategis, pengaturan aliran barang, serta menjadi pusat distribusi dalam manajemen persediaan dan rantai pasokan. Dengan integrasi teknologi, gudang dapat memantau inventaris dan meningkatkan kinerja bisnis serta rantai pasokan secara keseluruhan [4][5].

Spare part

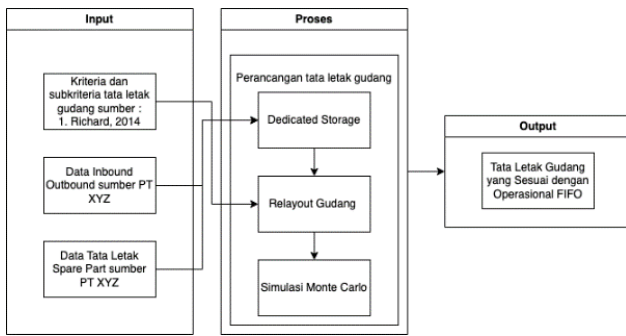
Spare part adalah komponen cadangan yang digunakan untuk menggantikan bagian yang rusak pada peralatan atau sistem. Tujuannya adalah menjaga kelancaran operasional tanpa mengganggu proses produksi. Jenis spare part bervariasi dari yang kecil hingga yang besar. Ketersediaan spare part yang memadai sangat penting untuk menjaga kelangsungan bisnis dan mencegah gangguan yang dapat mengakibatkan kerugian pada produksi.

Pengklasifikasian Produk

Pengelompokan produk di dalam gudang adalah proses yang mengorganisasi barang berdasarkan kriteria tertentu untuk menciptakan penyimpanan yang teratur dan efisien. Ini membantu memudahkan akses, pengawasan inventaris, dan pengambilan keputusan terkait persediaan. Ada berbagai cara untuk mengklasifikasikan produk dalam gudang, seperti karakteristik fisik, rotasi, nilai ekonomi, ketersediaan, atau persyaratan hukum dan keamanan. Tujuannya termasuk optimalisasi ruang gudang, peningkatan aksesibilitas produk, pengawasan inventaris yang lebih efisien, penanganan barang yang lebih baik, pengambilan keputusan yang lebih baik, dan pengurangan kesalahan dalam pengambilan barang. Dengan pengelompokan yang tepat, gudang dapat beroperasi lebih efisien, persediaan dapat dikelola lebih baik, dan distribusi menjadi lebih lancar [6].

Warehouse Slotting

Warehouse slotting adalah proses strategis yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional gudang dengan merencanakan penempatan barang secara optimal. Fokusnya adalah memastikan setiap produk ditempatkan dengan tepat di gudang untuk mengurangi waktu dan usaha dalam pengambilan barang. Proses ini melibatkan analisis mendalam terhadap karakteristik produk seperti ukuran, frekuensi pengambilan, permintaan, dan faktor lain yang memengaruhi penyimpanan dan pengambilan barang. Tujuannya adalah mencapai efisiensi operasional, menghemat waktu dan usaha, memaksimalkan



Gambar 5. Kerangka Berpikir

penggunaan ruang, meningkatkan pelayanan pelanggan, mengurangi biaya operasional, mengikuti permintaan, meningkatkan rotasi, dan mengurangi risiko kerusakan produk. Keseluruhannya, warehouse slotting adalah alat strategis yang membantu gudang meningkatkan kinerja operasionalnya dengan lebih efisien, hemat biaya, dan layanan pelanggan yang lebih baik [6].

Material Handling Travel Time

Horizontal travel time adalah waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan barang dalam gudang dari satu lokasi ke lokasi lainnya, dan ini melibatkan perjalanan di dalam gudang baik dengan alat angkat atau secara manual. Vertical travel time, di sisi lain, adalah waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan barang dari satu tingkat penyimpanan ke tingkat lain dalam gudang, termasuk naik-turun tangga, alat pengangkat vertikal, atau pengangkatan manual. Pengukuran ini penting dalam manajemen gudang karena membantu menilai efisiensi pergerakan barang di dalam gudang, dan metodenya dapat bervariasi seperti menggunakan berbagai metode pengukuran jarak. Mereka digunakan dalam perencanaan tata letak gudang, penempatan barang, dan pengoptimalan proses pengambilan, serta membantu mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dalam efisiensi gudang. Meskipun rumusnya beragam, pengukuran ini biasanya mempertimbangkan waktu pergerakan vertikal, waktu muat/unload barang di tingkat yang diinginkan, serta waktu persiapan sebelum atau setelah pergerakan vertikal dilakukan.

Monte Carlo

Monte Carlo adalah metode komputasi yang memanfaatkan simulasi acak untuk menyelesaikan masalah matematika atau statistik yang kompleks dan sulit dipecahkan secara analitik. Teknik ini melibatkan pembangkitan sejumlah besar angka acak untuk mendekati atau memperkirakan solusi masalah. Penggunaan Monte Carlo memiliki berbagai tujuan, termasuk estimasi nilai-nilai yang sulit dihitung secara analitik, pelaksanaan simulasi dalam berbagai disiplin ilmu, pencarian solusi optimal dalam masalah optimisasi, membantu pengambilan keputusan dan estimasi risiko, prediksi hasil masa depan dengan mempertimbangkan berbagai skenario, serta validasi model matematika atau statistik dengan membandingkan hasil simulasi dengan data empiris. Metode Monte Carlo memberikan pendekatan fleksibel dan terukur untuk menangani masalah-masalah kompleks, terutama ketika solusi analitik tidak memungkinkan atau sangat sulit dicapai [7].

Metodologi Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, berikut merupakan kerangka berpikir pada Gambar 5.

No	Aktivitas	Jenis Aktivitas	Waktu Siklus (Detik)
1	Menerima dan memeriksa GRS (<i>Goods Receipt Slip</i>)	<i>Receiving</i>	42,83
2	Memeriksa dan Menerima Barang		32,75
3	<i>Pallet Preparation</i>	<i>Put Away</i>	157,42
4	Menempatkan barang		63,92
5	Memasukkan data lokasi barang ke sistem		54,67
6	Print dan tempel <i>barcode</i>		113,58
7	Menerima dan memeriksa surat permintaan barang	<i>Order Picking</i>	15,83
8	mengecek barang di sistem		23,33
9	Mencari barang		73,08
10	mengambil barang	<i>Shipping</i>	575,50
11	<i>Traveling ke staging area</i>		108,92
12	Memeriksa kembali permintaan barang	<i>Order Picking</i>	16,92
13	<i>Docking outbound</i>		133,00
14	<i>Traveling ke lokasi Picking</i>	<i>Order Picking</i>	104,92
15	Menempatkan <i>pallet</i> ke tempat semula		20,67

Gambar 6. Tabel Waktu Siklus Setiap Aktivitas

Berdasarkan pengamatan, diawali dengan melakukan observasi pada aktivitas dalam Gudang material, waktu proses, waktu siklus data stok eksisting, dan data inbound outbound di tahun 2022. Setelah dilakukan observasi, peneliti membuat current state mapping dari kondisi eksisting. Didapatkan waktu aktivitas inbound dan waktu aktivitas outbound. Setelah itu, dilakukan klasifikasi barang berdasarkan karakteristik barang. Kemudian, melakukan penentuan lokasi atau tata letak barang. Untuk menguji dan merepresentasikan kondisi eksisting dan usulan, dilakukan simulasi. Setelah selesai melakukan simulasi dan validasi, didapatkan usulan alokasi penyimpanan barang.

Hasil dan Pembahasan

1. Pengumpulan Data

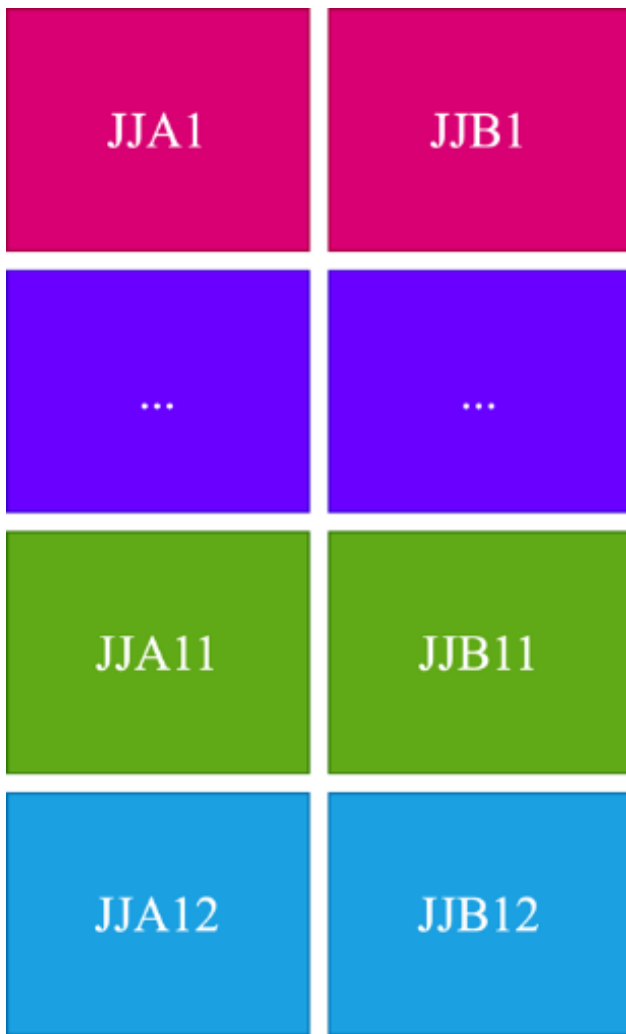
Data Waktu Pengamatan

Data waktu pengamatan dan pengukuran waktu siklus pada gudang spare part PT XYZ diperoleh dengan cara pengamatan aktivitas gudang secara langsung. Pengamatan aktivitas gudang tersebut dilakukan pada tanggal 30 Mei 2023 sampai 7 Juni 2023. Pengamatan tersebut dilakukan sebanyak 12 kali secara berkala, sehingga memperoleh rata-rata waktu siklus beserta kontribusinya untuk masing-masing aktivitas gudang yang ditunjukkan pada Tabel 6.

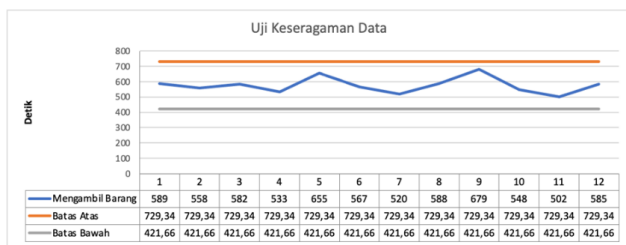
Dari data di atas, aktivitas mengambil barang memiliki rata-rata waktu siklus sebesar 575,50 detik per pallet. Rata-rata waktu siklus picking ini merupakan waktu normal dalam pengamatan untuk proses pengambilan produk. Jenis penyimpanan yang dilakukan sekarang yaitu *drive in*, jenis *drive in* ini memiliki kodefikasi seperti di bawah ini.

Dengan adanya kodefikasi tersebut, maka terjadi perbedaan waktu picking antara kode JJA12, JJB12 dengan JJA11 dan JJB12. Perbedaan tersebut terjadi karena adanya waktu double handling saat pengambilan spare part pada lokasi JJA11 dan JJB12. Tabel berikut merupakan Tabel 1 perbedaan waktu siklus picking proses untuk setiap kodefikasi setiap barisnya pada gudang spare part PT XYZ.

Data tersebut menunjukkan bahwa, pada kode JJA1 dan JJB2 memiliki waktu siklus picking proses yang normal yaitu 9,98 detik dan



Gambar 7. Kodefikasi Penyimpanan di Gudang



Gambar 8. Uji Keseragaman Data

11,71 detik. Untuk picking ke baris yaitu hamper 6 kali waktu siklus picking proses, dan bertambah untuk baris seterusnya. Hal ini terjadi karena adanya aktivitas double handling. Ketika operator forklift harus mengambil pallet baris 2 maka spare part baris ke 1 harus dikeluarkan, kemudian mengambil spare part baris ke 2. Ketika spare part baris ke 2 diambil, maka langkah selanjutnya yaitu mengembalikan spare part baris ke 1 dan mengisi posisi yang sebelumnya ditempati spare part baris ke 2.

Uji Keseragaman Data

Uji Keseragaman Data ditampilkan pada gambar 8

Table 1. Waktu Siklus Picking Eksisting Di baris A dan B

Baris	A (Detik)	B (Detik)
1	9,98	11,71
2	57,41	58,71
3	105,65	106,52
4	155,84	156,27
5	203,86	203,86
6	253,83	253,40
7	305,74	304,88
8	355,49	354,20
9	407,19	405,46
10	460,83	458,67
11	512,31	509,72
12	657,31	653,42

Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk menghitung kecukupan data dari suatu pengamatan atau pengambilan suatu data. Berikut merupakan perhitungan uji kecukupan data dari aktivitas picking pada penelitian ini.

$$N = \left[\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$N = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{12(4003330 - (6906)^2)}}{6906} \right]^2 \tag{1}$$

$N = 11,65$

Setelah melakukan perhitungan, diperoleh N' bernilai 11,65, dan N bernilai 12. Hal ini menunjukkan jumlah pengamatan yang dilakukan lebih besar dari jumlah pengamatan yang seharusnya, di mana N' adalah jumlah pengamatan yang seharusnya dan N adalah jumlah pengamatan yang dilakukan. Oleh karena itu, perhitungan tersebut menunjukkan banyaknya pengamatan data yang dilakukan sudah cukup.

2. Pengolahan Data

Value Stream Mapping (Current State)

Space Requirement

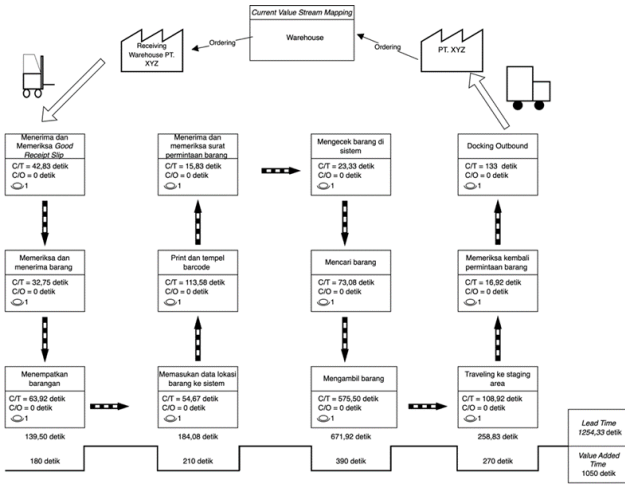
Perhitungan space requirement dilakukan untuk mencari kebutuhan maksimal ruang pada pallet yang dibutuhkan untuk menempatkan item spare part. Blok pada perhitungan space requirement mengikuti $p \times l$ pallet yang digunakan, dengan panjang blok 1,5 m dan lebar blok 1,2 m. Kapasitas blok ini dapat menampung spare part dengan jumlah item yang berbeda-beda bergantung kepada $p \times l$ item spare part. Berikut contoh perhitungan dari kapasitas blok material 6081372.

$$Bi = \frac{\text{panjang blok}}{\text{panjang barang}} \times \frac{\text{Lebar Blok}}{\text{Lebar Barang}}$$

$$Bi = \frac{150}{108} \times \frac{120}{108} \tag{2}$$

$Bi = 1$

Kebutuhan penyimpanan material 6081372 adalah 1 item.



Gambar 9. Value Stream Mapping (Current State)

Perhitungan Throughput (Ti)

Aktivitas untuk aliran material handling dari penerimaan dan order picking menggunakan forklift kapasitas 3 ton, dengan ukuran forklift panjang 3,6 m, lebar 1,15 m, dan tinggi 2 m, dengan lebar gang untuk jalan forklift 4 meter. Forklift hanya dapat mengangkut 1 pallet dan ini merupakan batas maksimal yang diperbolehkan dalam proses pemindahan spare part. Perhitungan throughput (Ti) berdasarkan rata-rata inbound dan rata-rata outbound spare part setiap SKU selama satu tahun dimulai dari Juni 2022 sampai Mei 2023.

Perbandingan Throughput dengan Space Requirement (T/S)

Perhitungan T/S dibutuhkan untuk dijadikan patokan pada penempatan spare part. Misal spare part 6081 adalah $T/S = \text{aktivitas/blok} = 8,3/4 = 2,083$ Aktivitas/blok. Kemudian peletakan spare part diletakan berdasarkan perbandingan throughput dengan spare requirement (T/S), dimana T/S paling besar diletakkan pada blok yang paling pendek jarak tempuhnya dari I/O point atau dari pintu keluar masuk gudang spare part.

Perhitungan Lebar Aisle

Ukuran pada aisle gudang spare part PT XYZ berjumlah 4 meter. Lebar aisle dapat dicari melalui perhitungan manual yang berdasarkan ukuran MHE dan perhitungan aisle yang menggunakan perhitungan manual. Perhitungan diagonal MHE menggunakan perhitungan Pythagoras. Perhitungan diagonal ini digunakan untuk mencari sudut putar dari MHE yang digunakan. Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk mencari dimensi diagonal MHE yang digunakan:

$$A = \sqrt{B^2 + C^2}$$

$$A = \sqrt{3,6^2 + 1,15^2} \tag{3}$$

$$A = 3,78$$

Keterangan: -

A

: Diagonal MHE -

B

: Panjang MHE -

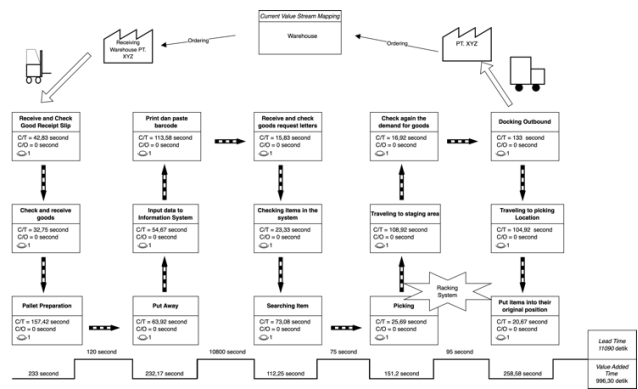
C

: Lebar MHE

Berdasarkan data perhitungan aisle tersebut menunjukkan bahwa dimensi aisle yang digunakan yaitu 3,78 meter atau jika dibulatkan menjadi 4 meter.

LAYOUT	ADJ	SCORE	REL-DIST	SCORES	PROD MOVEMENT
1	0.92	-15	0.67	-10	151 - 1
2	1.00	-1	0.50	-11	262 -11
3	1.00	-1	0.00	-16	286 -16
4	1.00	-1	0.50	-11	262 -11
5	1.00	-1	0.00	-16	286 -16
6	1.00	-1	0.50	-11	262 -11
7	0.92	-15	1.00	-1	160 - 2
8	1.00	-1	1.00	-1	213 - 7
9	1.00	-1	0.50	-11	262 -11
10	1.00	-1	0.50	-11	262 -11
11	0.92	-15	1.00	-1	160 - 2
12	1.00	-1	0.00	-16	286 -16
13	1.00	-1	0.00	-16	286 -16
14	0.92	-15	1.00	-1	160 - 2
15	1.00	-1	1.00	-1	213 - 7
16	0.92	-15	1.00	-1	160 - 2
17	0.92	-15	1.00	-1	160 - 2
18	1.00	-1	0.00	-16	286 -16
19	1.00	-1	1.00	-1	213 - 7
20	1.00	-1	1.00	-1	213 - 7

Gambar 10. Kriteria Pemilihan Tata Letak Alternatif



Gambar 11. Pemilihan Alternatif Tata Letak

Blocplan

Blockplan ditunjukkan pada gambar 10 dan gambar 13

Jumlah Pallet untuk Masing-Masing Jenis Rack

Jumlah Pallet untuk Masing-Masing Jenis Rack ditunjukkan pada gambar 12

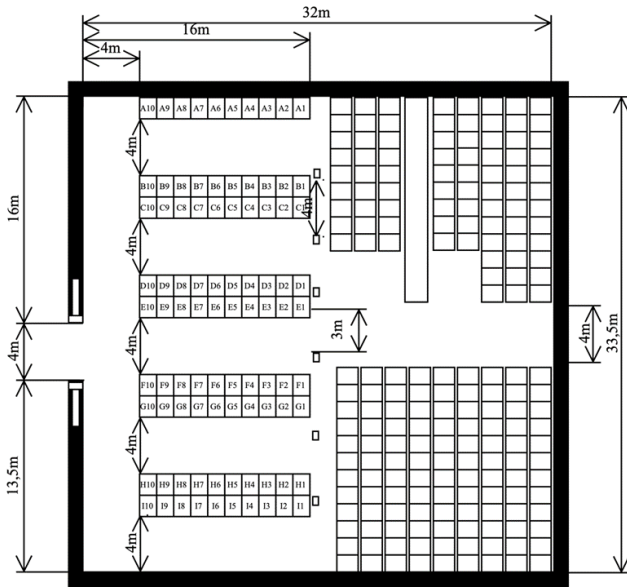
Perhitungan Koordinat

Perhitungan Koordinat ditunjukkan pada gambar 13

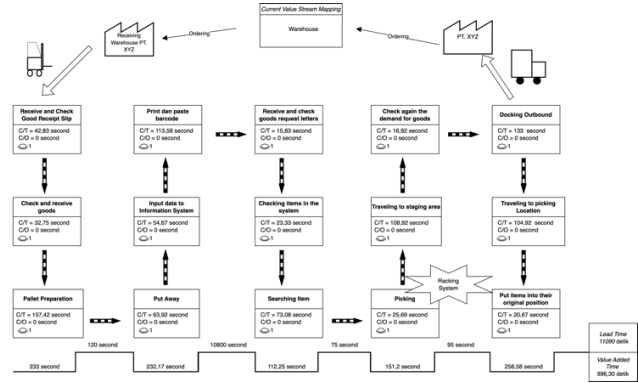
Penentuan Lokasi Picking Menggunakan Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo beroperasi berdasarkan angka-angka acak yang digenerasi secara acak dan diintegrasikan dengan model yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam penelitian ini, angka-angka acak dihasilkan menggunakan distribusi segitiga, di mana nilai acak minimum dan maksimum harus ditentukan. Karena menggunakan metode "Pure Monte Carlo," nilai acak minimum diatur pada 0, nilai acak maksimum adalah 1, dan nilai acak yang paling sering muncul adalah 0,5 [8].

- **Probabilitas Demand untuk Masing-Masing Spare Part:** Langkah pertama yang dilakukan untuk melakukan simulasi Monte Carlo adalah menghitung probabilitas demand (picking order) untuk masing-masing spare part dalam satu periode tertentu.
- **Penentuan Titik Picking Spare Part:** Pada proses simulasi ini akan menggunakan dua belas percobaan picking list dengan membangkitkan varian acak untuk menentukan jumlah titik masing-masing picking list.



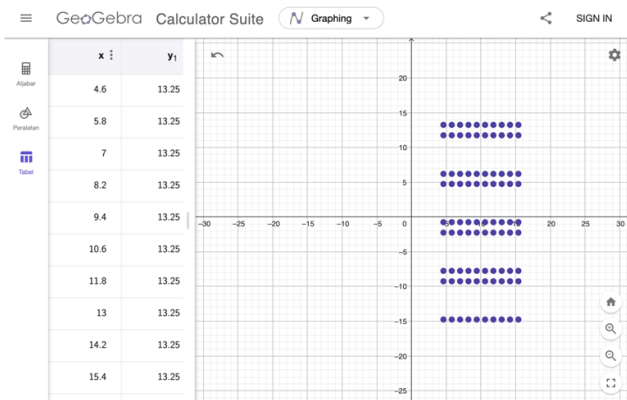
Gambar 12. Layout Usulan



Gambar 14. Value Stream Mapping Future

Gudang Sekarang	Gudang Usulan	Selisih (detik)
1474,92	372,44	1102,48
1406,00	372,44	1033,56

Gambar 15. Tabel Perbandingan Waktu Order Picking Eksisting dan Usulan



Gambar 13. Penentuan Koordinat

- Perhitungan Jarak Perjalanan Material Handling:** Langkah pertama yang dilakukan untuk mencari jarak perjalanan barang pada setiap replikasi yang dilakukan. Jarak perjalanan barang menggunakan data jarak penempatan barang, di mana perpindahan material handling dimulai dari titik I/O point dan diakhiri dengan kembali ke titik I/O point. Simulasi perhitungan jarak perjalanan dilakukan sebanyak dua kali simulasi. Simulasi yang pertama dilakukan pada tata letak eksisting, simulasi yang kedua dilakukan pada tata letak usulan.
- Perhitungan Waktu Perjalanan Material Handling:** Perhitungan waktu perjalanan MHE menggunakan rumus jarak perjalanan dibagi dengan kecepatan forklift. Kecepatan forklift menggunakan satuan meter per detik dengan kecepatan rata-rata forklift 1,389 meter per detik.
- Perancangan Value Stream Mapping untuk Future State Design seperti pada gambar 14**

Validasi

Validasi adalah suatu proses membandingkan apakah model yang telah dibuat sudah mempresentasikan sistem nyata yang sudah ada. Validasi dilakukan dengan membandingkan waktu perpindahan spare

part berdasarkan pada sistem simulasi Monte Carlo dengan 12 replikasi.

Setelah dihitung rata-rata dan standar deviasi, dilakukan perhitungan half width (hw) dengan rumus sebagai berikut:

$$hw = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}) s}{\sqrt{n}} \tag{4}$$

$$hw = \frac{(2, 2281)(10, 85)}{\sqrt{12}} = 6, 98 \tag{5}$$

$$n' = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{s^2}{h^2} \tag{6}$$

$$n' = \frac{(1, 96)117, 72}{48, 72} = 4, 73 \tag{7}$$

3. Analisis

Perbandingan Kondisi Awal dan Usulan

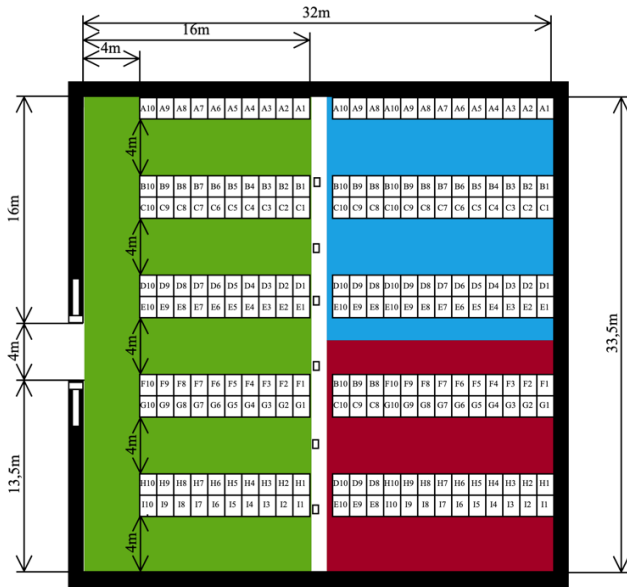
Perbandingan kondisi eksisting dan usulan memiliki perbedaan yaitu pada jumlah jarak pada proses pengambilan barang yang berkurang senilai 6096,25 meter, rata-rata jarak berkurang senilai 508,02 meter. Sedangkan total waktu pada proses pengambilan barang berkurang senilai 1102,48 detik, dengan rata-rata berkurang senilai 480,89 detik.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT. GE untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan tata letak gudang, setelah dilakukan perbaikan layout dengan menggunakan selective rack dan dilakukan simulasi pada 18 spare part dalam 12 replikasi didapat pengurangan dari kondisi eksisting 1474,92 detik menjadi 372,44 detik.

Daftar Pustaka

- Hidayat NPA. Perancangan Tata Letak Gudang dengan Metoda Class-Based Storage Studi Kasus CV. SG Bandung. Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi. 2012.
- Frazelle E. World-Class Warehousing and Material Handling. McGraw-Hill; 2002.



Gambar 16. Layout Usulan

3. Ishikawa K. Guide to Quality Control. Asian Productivity Organization; 1986.
4. Christopher M. Logistic and Supply Chain Management; 2016.
5. Molamohamadi Z, Tirkolaee EB. Logistic and Supply Chain Management 7th International; 2014.
6. Richards G. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; 2014.
7. Heragu S. Facilities Design; 1997.
8. Setyawan EB, Novitasari N, Muttaqin PS. Reduksi Volatilitas Harga Jual Produk Pada E-commerce untuk Independent Stockashtic Data Menggunakan Simulasi Monte Carlo. Kaizen: Management Systems & Industrial Engineering Journal. 2020;3(1):46.



Gambar 17. Perbandingan Waktu Standar dan Usulan